



CAIMAN

CharActerization of the mIneral weathering Mechanisms, genes and regulATIons according to miNeralogical and geochemical factors

Responsable scientifique : Stéphane UROZ, UMR Interaction Arbre Micro-organismes (IAM) 1136

Partenaires Labex : Marie-Pierre TURPAULT, UR Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers (BEF) 1138, Cintia BLANCO-NOUCHE (IAM-BEF)

Collaborations : Patrick BILLARD (LIEC), Cédric PARIS (LIBIO/PASM)

Résumé

Contexte — Notre planète est caractérisée par un large éventail de roches et de minéraux qui contribuent à façonner les paysages et jouent un rôle essentiel dans la structure et la fertilité des sols, la séquestration du carbone et la nutrition de la biosphère. Au niveau environnemental, les minéraux représentent des sources importantes d'éléments nutritifs tels que K, Mg, ou P, notamment pour les forêts développées sur sol pauvre. Au niveau industriel, ils représentent une réserve d'éléments stratégiques tels que les terres rares (REE) ou les métaux, et une source d'éléments toxiques à gérer comme l'arsenic. Les éléments chimiques contenus dans les minéraux sont libérés sous l'action d'un processus d'altération qui combine des facteurs biotiques et abiotiques. En dehors de l'action de la pluie, de la circulation de l'eau et de l'érosion, les plantes, les champignons et les bactéries contribuent physiquement et chimiquement à l'altération des minéraux. Si les mécanismes généraux utilisés par les bactéries pour altérer les minéraux sont connus depuis longtemps et correspondent à des réactions de dissolution favorisée par les protons (acidolyse), de chélation (complexolyse) et d'oxydoréduction, les mécanismes moléculaires et les gènes impliqués restent largement méconnus tout comme les possibles mécanismes de régulation liés aux minéraux ou aux éléments chimiques disponibles.

Objectifs — Dans ce contexte, le projet CAIMAN est un projet multidisciplinaire et multi-méthodes centré sur l'étude des interactions établies entre les bactéries et les minéraux et impliquant la génomique fonctionnelle, la chimie, la biogéochimie et la minéralogie. Le projet vise à décrypter les gènes et les métabolites utilisés par les bactéries pour altérer les minéraux et à identifier les facteurs contrôlant cette fonction (force ionique du milieu, stœchiométrie, disponibilité des nutriments). Si le rôle des bactéries dans l'altération des minéraux a été profondément étudié pour les organismes chimiolithotrophes et ceux capables de respirer ces minéraux en l'absence d'oxygène, les mécanismes moléculaires utilisés par les bactéries aérobies hétérotrophes ainsi que les déterminants biogéochimiques et minéralogiques ont, au contraire, été peu étudiés. Les bactéries du sol représentant une composante majeure du fonctionnement des cycles biogéochimiques, comprendre et identifier leur rôle dans la mobilisation des nutriments et les gènes engagés constitue donc un véritable front scientifique et un défi pour maintenir voire contrôler la fertilité des écosystèmes à faibles intrants et la croissance des plantes dans un contexte de changements globaux. Ces développements ont également un intérêt industriel car de nombreux minéraux contiennent des éléments stratégiques tels que les terres rares.



Démarche — L'hypothèse générale testée dans ce projet est que les bactéries du sol sont capables d'altérer les minéraux par différents mécanismes et en fonction de la disponibilité des nutriments, des conditions environnementales et du contenu chimique des minéraux. Dans ce contexte, le projet CAIMAN vise à identifier les bases moléculaires et biogéochimiques permettant aux bactéries d'altérer les minéraux du sol et les roches et/ou contrôlant l'interaction bactérie/minéral, en combinant des compétences en minéralogie, pédologie, chimie, microbiologie et génomique environnementale. Les travaux proposés seront menés sur des souches bactériennes présentant une efficacité à altérer différente et/ou suspectées d'utiliser préférentiellement des mécanismes d'acidification ou de chélation. Des représentants de genres bactériens fréquemment rencontrés dans les sols et la rhizosphère des arbres (par exemple, *Caballeronia*, *Pseudomonas*) seront considérés. Une large collection de souches bactériennes déjà caractérisées pour leur capacité à altérer les minéraux est disponible dans le laboratoire et certaines d'entre elles ont leur génome déjà séquencé.

Résultats et impacts attendus — Ces travaux fourniront un éclairage nouveau sur la diversité des gènes et métabolites utilisés par les bactéries pour altérer et/ou interagir avec les minéraux. Le projet CAIMAN devrait aussi permettre d'identifier les facteurs de régulation de la fonction altération. Ces résultats seront mis à profit pour analyser les génomes des souches bactériennes efficaces pour altérer et développer de potentiels bioindicateurs.